

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

D'ILE DE France N° 129

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2020

Nom du Laboratoire d'accueil : LOCEAN

N° UMR : 7159

Nom du Directeur du laboratoire : J.B. Charrassin

Adresse complète du laboratoire : Sorbonne Université ; case 100 ; T45-55 ; 4 place Jussieu ; 75005 PARIS

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : ABC

Nom du Directeur de thèse **HDR** : C. Provost

Téléphone : 01 44 27 34 81

Mail : cp@locean-ipsl.upmc.fr

Nom du co-encadrant non **HDR** : Camila Artana

Téléphone :

Mail : cartana@mercator-ocean.fr

• Titre de la thèse en Français : **Le Bassin Argentin: un mixeur pour l'océan**

• Résumé Sujet en Français (1 page maximum) :

Le Bassin Argentin (>5000 m), bassin océanique le plus cosmopolite en terme de masses d'eau, abrite plusieurs structures océaniques uniques et de première importance pour la circulation mondiale (Artana et al., 2018). A l'Ouest, le talus continental est parcouru d'ondes topographiques responsables d'un apport de nutriments soutenant la forte production primaire sur la plateforme. Au nord ouest du bassin, la région de confluence des courants du Brésil et des Malouines montre une énergie cinétique turbulente parmi les plus élevées de l'océan mondial (Artana et al., 2018) et une distribution particulière de la polarité des tourbillons (Saraceno and Provost, 2012). Au centre du bassin, l'Anticyclone du Zapiola, sorte de colonne de Taylor située au dessus d'un dépôt sédimentaire, d'une intensité équivalente à celle des plus puissants courants océaniques (>100 Sv) brasse des masses d'eau de caractéristiques et d'origines très différentes et s'effondre occasionnellement (Saraceno et al., 2009). Au sud du bassin, une falaise de plus de 3000 m de haut et 3000 km d'extension zonale, le "Malvinas Escarpment", guide les ondes d'instabilité des fronts polaire et subantarctique et supporte un contre courant puissant en profondeur. Ces éléments de circulation interagissent et contribuent à faire du bassin argentin un grand "mixeur" de masses d'eau.

L'objectif de la thèse est de revisiter ces éléments de circulation dont la compréhension est encore très fragmentaire. On s'intéressera aux processus physiques à des échelles spatiales allant de la dizaine de kilomètres jusqu'à l'échelle du bassin, de la surface au fond et sur des échelles de temps s'étendant du jour à 25 ans. Les outils utilisés seront les observations in situ (Mouillages Cassis-Malvinas et OOI, flotteurs Argo, capteurs sur éléphants de mer), les observations satellitales et les sorties des modèles Mercator (réanalyse GLORYS12 et modèle libre FREEGLORYS). La qualité de la réanalyse GLORYS12 a déjà été vérifiée dans le Bassin Argentin sur les 2000 premiers mètres de la colonne d'eau (thèse C. Artana, 2018, Artana et al., 2018a; 2018b, 2019a). Les premiers examens de la qualité du modèle près du fond au Passage de Drake et le long du Malvinas Escarpment sont très concluants (Artana et al., 2019b). Le modèle met les observations existantes dans un contexte spatio-temporel large et d'autre part aide au choix de stratégies d'observations. Des mesures nouvelles profondes seront acquises dans le cadre du projet LEFE BACI et de la campagne SAGA9W-ZA retenue par le CNFH.

La thèse se déroulera autour de deux grands thèmes **i)** étude des ondes (principalement topographiques) dans le bassin, **ii)** étude des masses d'eau et du mélange. Un premier travail sur les ondes se propageant le long du talus patagonien a montré la coexistence d'ondes sur une vaste gamme de périodes (10 à 110

jours). Les ondes à haute fréquence piégées au talus contribuent à l'upwelling, tandis que les ondes à plus basse fréquence influent sur la position de la confluence Brésil-Malouines (Poli et al., en préparation). Les ondes à plus basse fréquence proviennent soit du Passage de Drake via le plateau des Malouines (cf Koenig et al. 2016; Artana et al., 2016) soit du Bassin Argentin le long de l'Escarpement des Malouines (Artana et al., 2018a et b). On examinera les structures dynamiques et les masses d'eau le long du Malvinas Escarpment (points i et ii). Ce premier travail permettra d'acquérir des outils tant théoriques que pratiques pour aborder ensuite la Confluence Brésil-Malouines puis l'anticyclone de Zapiola et les processus de mélange dans le bassin argentin dans son ensemble.

Ce sujet de thèse a été labellisé par **LEFE** et bénéficie du soutien LEFE au projet BACI (Le Bassin Argentin : un Cas d'étude pour le système Intégré d'observations de l'océan). Le travail se fera en collaboration étroite avec des collègues de Mercator-Ocean, CLS et de l'UMI IFAECI à Buenos Aires dans le cadre d'une fructueuse collaboration établie de longue date. Il bénéficiera de l'appui d'experts de la dynamique océanique à différentes échelles (e.g. N. Sennéchael, J. Sirven, Y. Cuypers).

Bibliographie:

- Artana C. (2018), Revisiting the Malvinas Current. (Jury: H. LeTreut, V. Garçon, P.Y. LeTraon, N. Sennéchael, J.M. Lellouche, R. Ferrari, C. Provost) Thesis, Sorbonne Université.
- Artana C., R. Ferrari, Z. Koenig, M. Saraceno, A. Piola and C. Provost (2016) Malvinas Current variability from Argo floats and satellite altimetry. *J. Geophys. Res., Oceans*, doi:10.1002/2016JC011889.
- Artana, C., Ferrari, R., Koenig, Z., Sennéchael, N., Saraceno, M., Piola, A. R., Provost, C. (2018a) Malvinas Current Volume Transport at 41 S: A 24 Yearlong Time Series Consistent With Mooring Data from 3 Decades and Satellite Altimetry. *J. Geophys. Res. Oceans*, 123(1), 378-398. doi:10.1002/2017JC013600.
- Artana C., Lellouche, J.M, Sennéchael, N. And C. Provost (2018b) The open-ocean side of the Malvinas Current in Argo floats and 24 years of Mercator Ocean high resolution (1/12) physical reanalysis. *J. Geophys. Res.: Oceans*. doi: 10.1029/2018JC014528.
- Artana C., Lellouche, J.M., Park, Y-H., Garric, G., Koenig, Z., Sennéchael, N., Ferrari, R., Piola, A.R., Saraceno, M. and Provost, C., (2018c) Fronts of the Malvinas Current System: surface and subsurface expressions revealed by satellite altimetry, Argo floats, and Mercator operational model output. *J. Geophys. Res.: Oceans*. doi:10.1029/2018JC013887.
- Artana C., C. Provost, J.M. Lellouche, M.H. Rio, R.Ferrari, N. Sennéchael, (2019a) The Malvinas Current at its Confluence with the Brazil Current: inferences from 25 years of satellite altimetry and Mercator Ocean reanalysis. *J. Geophys. Res., Oceans*. doi: 10.1029/2019JC015289
- Artana C., R.Ferrari, C.Bricaud, J.M Lellouche, G.Garric, N.Sennéchael, J-H Lee, Y-H. Park, C. Provost (2019b), Twenty-five years of Mercator ocean reanalysis GLORYS12 at Drake Passage: Velocity assessment and total volume transport. *Adv. Space Res.* doi: 10.1016/j.asr.2019.11.033
- Ferrari R., C. Artana, M. Saraceno, A.R. Piola, and C. Provost (2017) Satellite altimetry and current-meter velocities in the Malvinas Current at 41°S: comparisons and modes of variations. *J. Geophys. Res., Oceans*, <https://doi.org/10.1002/2017JC013340>.
- Koenig Z., C. Provost, Y.-H. Park, R. Ferrari and N. Sennéchael (2016), Anatomy of the Antarctic Circumpolar Current volume transports through Drake Passage. *J. Geophys. Res., Oceans*, <https://doi.org/10.1002/2015JC011436>
- Lago L., M. Saraceno, P. Martos, R. Guerrero, A. Piola, G. Paniagua, R. Ferrari, C. Artana, C. Provost (2019), On the wind contribution to the variability of ocean currents over wide continental shelves: a case study on the northern Argentine continental shelf. *J. Geophys. Res., Oceans*. Doi: 10.1029/2019JC015105
- Paniagua, G., Saraceno, M., Piola, A.R., Guerrero, R., Provost, C., Ferrari, R., Lago, L. and Artana, C. (2018) Dynamics of the Malvinas Current at 41°S: First assessment of temperature and salinity temporal variability. *J. Geophys. Res., Oceans*. doi:10.1029/2017JC013666.
- Poli et al. (in prep), Anatomy of waves above the Patagonian continental slope in a high resolution model.
- Saraceno M., C. Provost and U. Zajaczkovski (2009), Long-term variation in the anticyclonic ocean circulation over the Zapiola Rise as observed by satellite altimetry: evidence of possible collapses, *Deep Sea Res. I*, doi:10.1016/j.dsr.2009.03.005
- Saraceno M. and C. Provost (2012), On eddy polarity distribution in the Southwestern Atlantic, *Deep Sea Res. I*, doi: 10.1016/j.dsr.2012.07.005.

- **Titre de la thèse en Anglais : The Argentine Basin: an ocean “blender”**

- **Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :**

The deep Argentine Basin (> 5000 m), the most cosmopolitan ocean basin in terms of water masses, is home to several unique and important oceanic features for the global ocean circulation (Artana et al., 2018). The Patagonian continental slope hosts topographic waves responsible for a supply of nutrients supporting the high primary production on the platform. In the northwestern part of the basin, the confluence region of the Brazil and Malvinas Currents shows eddy kinetic energy among the highest in the ocean (Artana et al., 2018) and a particular distribution of eddy polarity (Saraceno and Provost, 2012). At its center, the Zapiola Anticyclone, a sort of Taylor column located above a sedimentary deposit, shows an intensity equivalent to that of the strongest ocean currents (> 100 Sv) with occasional collapses (Saraceno et al., 2009), and steers water masses with very different characteristics and origins. South of the basin, a "wall" more than 3000 m high and 3000 km in zonal extension, the "Malvinas Escarpment", guides the waves of the polar and subantarctic fronts and supports a powerful counter current at depth. These elements of circulation interact and the Argentine Basin acts as a blender of contrasting water masses.

The aim of the thesis is to revisit these circulation elements, whose understanding is very fragmentary. Physical processes will be investigated at spatial scales ranging from tens of kilometers to the basin scale, from the surface to the bottom and on time scales ranging from days to 25 years. The tools will be in situ data (Cassis Malvinas and OOI moorings, Argo floats, measurements from instructed elephant seals), the long series of satellite data and Mercator operational systems (GLORYS12 reanalyses, FREEGLORYS).

The Mercator reanalysis quality has already been assessed in the Argentine Basin over the first 2000 meters of the water column (C. Artana thesis, 2018). The hydrological profiles of Argo floats (assimilated in the model) do not exceed 2000 m depth so far. Preliminary assessments of the model quality near the bottom at Drake Passage and along the Malvinas Escarpment are very promising. The model provides a broad spatio-temporal context to the existing observations and guidance for observational strategies. New deep measurements will be acquired within the framework of the LEFE BACI project and the SAGA9W-ZA campaign selected by the CNFH.

The thesis will take place around two main themes i) study of waves in the basin (mainly topographic), ii) study of water masses and mixing. Initial work on the waves propagating along the Patagonian slope showed the coexistence of waves over a wide range of periods (10 to 110 days). High frequency waves trapped at the shelf-break contribute to upwelling, while lower frequency waves influence the position of the Brazil-Malvinas confluence (Poli et al., in preparation). The waves with lower frequency come either from Drake Passage via the Malvinas Plateau (cf Koenig et al. 2016; Artana et al., 2016) or from the Argentinian Basin along the Malvinas Escarpment (Artana et al., 2018a and b).

The dynamical structures and water masses along the Malvinas Escarpment will first be examined (themes i and ii). This first work will provide theoretical and practical tools to examine the Brazil-Malvinas Confluence then the Zapiola anticyclone and mixing processes in the Argentine Basin.

This thesis proposal has been labeled by LEFE and benefits from the LEFE supported BACI project (The Argentinian Basin: a Case Study for the Integrated Ocean Observing System). The work will be done in close collaboration with colleagues from Mercator-Ocean and from the UMI IFAECI in Buenos Aires within the CNES project OSTST Cassis-Malvinas as part of a long-standing fruitful collaboration. It will benefit from the support of experts in ocean dynamics at different scales (e.g. N. Sennéchaël, J. Sirven, Y. Cuyppers).

- **Encadrement :**

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2020**

Marylou Athanase, Sorbonne Université, financement ANR Pan Arctic Option, **soutenance oct 2020.**

Cecilia Bertoso, Sorbonne Université, financement contrat IAOOS, soutenance fin 2021